

TEMA 2. GLÍCIDOS

1. GLÍCIDOS
 - 1.1. Concepto
 - 1.2. Funcións biolóxicas
 - 1.3. Clasificación
2. MONOSACÁRIDOS:
 - 2.1. Composición química e clasificación
 - 2.2. Propiedades
 - 2.3. Formas cíclicas
 - 2.4. Principais monosacáridos
3. OLIGOSACÁRIDOS:
 - 3.1. Enlace O-glicosídico
 - 3.2. Disacáridos
4. POLISACÁRIDOS
 - 4.1. Homopolisacáridos estruturais: celulosa e quitina
 - 4.2. Homopoliscáridos de reserva: amidón e glicóxeno.
 - 4.3. Heteropoliscáridos
5. HETERÓSIDOS

1. GLÍCIDOS

1.1. Concepto

Son biomoléculas orgánicas constituídas por C, H e O, coa seguinte fórmula xeral $(CH_2O)_n$. Coñécense como glúcidos porque a glicosa é o representante máis coñecido e importante. O termo glico ven do grego *glykys* ou *glukús* que significa doce. Por iso chámanse tamén azucres, pero este nome non é moi adecuado porque hai moitos glúcidos que non teñen o sabor doce do azucre, como o amidón ou a celulosa. Son as moléculas máis abundantes na natureza e constitúen o 90% das biomoléculas orgánicas nalgúns organismos.

1.2. Funcións biolóxicas

- 1) **Almacén de enerxía.** Ex: glicóxeno.
- 2) **Combustible celular.** Ex: glicosa.
- 3) **Función estrutural:** parede celular (ex: celulosa), exoesqueleto (ex: quitina).
- 4) **Tamén teñen función específicas:** algúns forman parte de vitaminas, hormonas, etc.

1.3. Clasificación

Os glúcidos máis sinxelos son os **monosacáridos ou osas**. Non se poden descompoñer en unidades de glúcidos máis sinxelos. Ex.: glicosa. Son os **monómeros** dos glúcidos.

A unións de monosacáridos dá lugar a moléculas máis complexas, denominadas ósidos, que poden conter un número variable de osas e mesmo asociarse con outras moléculas diferentes.

Os **ósidos** poden clasificarse en dous grandes grupos, en función do número de monómeros e a súa complexidade:

- 1) **Holósidos:** están formados unicamente por monosacáridos. Segundo o número de monómeros se clasifican en:
 - **Oligosacáridos:** conteñen entre 2 e 10 monosacáridos. Os máis importantes son os disacáridos.
 - **Polisacáridos:** están formados por múltiples (sempre máis de 10) unidades repetitivas de monosacáridos. Poden ser:
 - Homopolisacáridos: cando o monosacárido que se repite é sempre o mesmo.
 - Heteropolisacáridos: cando conteñen máis dun tipo de monómero.
- 2) **Heterósidos:** compostos complexos formados pola combinación dun grupo de monosacáridos con fraccións moleculares non glicídicas, como proteínas ou lípidos.

2. MONOSACÁRIDOS

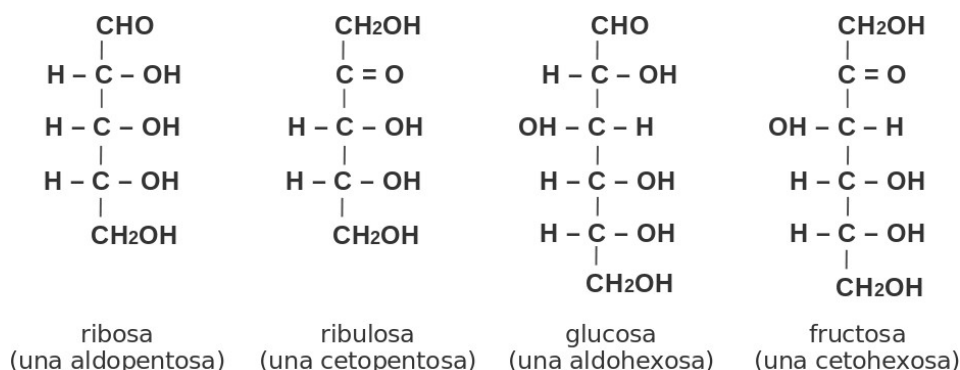
2.1.Composición química e clasificación

Son os glúcidos máis sinxelos. Dende un punto de vista químico os monosacáridos son **polihidroxialdehidos** ou **polihidroxicetonas**, é dicir moléculas con esqueleto carbonado simple que levan como grupo funcional un grupo carbonilo, que pode ser un aldehido no carbono 1 ou un grupo cetona no carbono 2, e grupos hidroxilo no resto dos carbonos.

Os monosacáridos clasifícanse en función ó número de átomos de carbono que conteñen: **triosas** 3 C, **tetrosas** 4 C, **pentosas** 5 C, **hexosas** 6 C e **heptosas** 7 C. Os máis abundantes e de maior importancia biolóxica son as pentosas e as hexosas.

Os nomes dos glúcidos acaban en -osa. Noméanse antepoñendo o prefixo **aldo-** ou **ceto-** ao nome que indica o seu número de carbonos, seguido da terminación **-osa**. Exemplo: a aldohexosa é un aldehido de 6 átomos de carbono.

Os monosacáridos adóitanse representar nun plano mediante fórmulas lineais ou de cadea aberta, denominadas **proxeccións de Fischer**, nas que tódolos átomos da molécula colócanse no mesmo plano. Sitúase o grupo principal (aldehido ou cetona) na parte superior (C1 e C2, respectivamente) e os grupos hidroxilo sitúanse á esquerda ou dereita de cada un dos restantes carbonos formando ángulos de 90°.



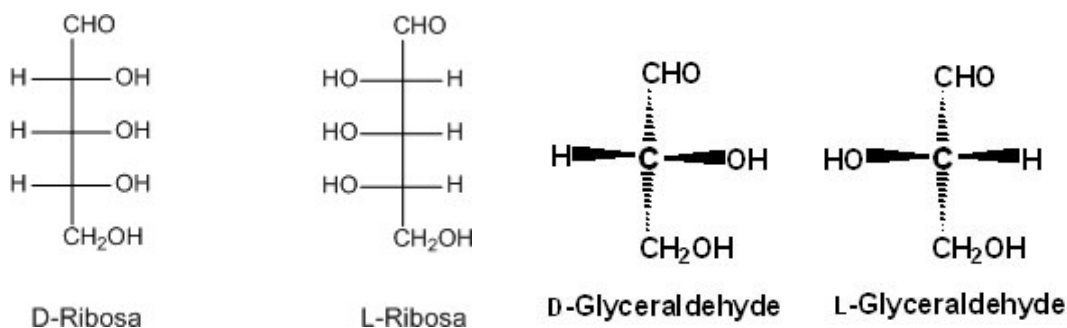
2.2. Propiedades

- Son sólidos cristalinos de cor branca.
- Son solubles en auga.
- Xeralmente posúen sabor doce.
- Tódolos monosacáridos teñen **carácter redutor**. Os monosacáridos son capaces de oxidarse, é dicir, de perder pares de electróns ante outras substancias que, cando os aceptan se reducen e liberan enerxía. Debido a iso os glúcidos son a fonte básica da enerxía das células. A súa capacidade para oxidarse emprégase no laboratorio para recoñecer a súa presenza e abundancia en diferentes alimentos (reacción de Fehling.)
- A maior parte presentan carbonos asimétricos, é dicir, átomos de carbono que teñen as catro valencias ocupadas con catro radicaís distintos. Este feito determina que os monosacáridos teñan **isómeros**.
- Os isómeros teñen **actividade óptica**, o cal quere dicir que desvían o plano de luz polarizada se posúen C asimétricos.
- Algúns teñen función enerxética (glucosa, frutosa...).

Isomería dos monosacáridos

A isomería é unha característica de moitos compostos que, maila ter a mesma fórmula molecular, presentan diferentes propiedades físicas e químicas pola diferente ordenación dos seus átomos. Os monosacáridos presentan diferentes tipos de isomería, dentro das cales a máis salientable é a **isomería espacial ou estereoisomería**.

A estereoisomería débese á presenza de **carbonos asimétricos ou quirais**, é dicir, carbonos que están unidos a catro radicaís diferentes, de maneira que eses catro radicaís poden dispoñerse no espazo en distintas posicións. Cantos máis carbonos asimétricos teña unha molécula, máis estereoisómeros vai presentar. Velaquí dous exemplos de monosacáridos estereoisómeros:

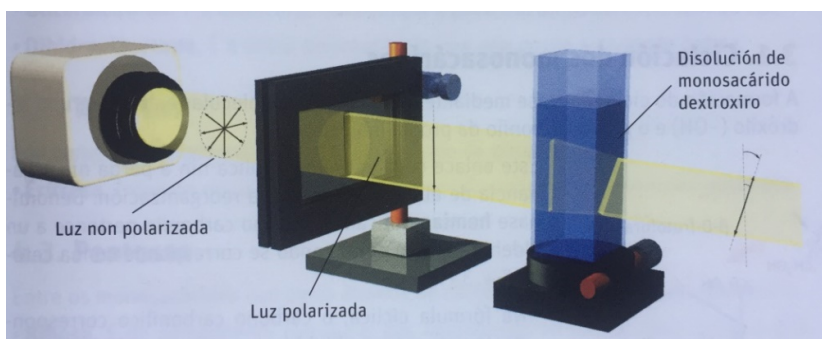


Para **diferenciar** dous estereoisómeros emprégase o carbono asimétrico máis afastado do grupo funcional. Cando o grupo alcohol deste carbono atópase representado á súa dereita na proxección lineal dise que esa molécula pertence á **serie D**. Cando o grupo alcohol deste carbono atópase representado á súa esquerda na proxección lineal dise que esa molécula pertence á **serie L**. Na natureza, salvo rarísimas excepcións, os isómeros dos glúcidos son de forma D.

Actividade óptica dos estereoisómeros

Unha propiedade dos estereoisómeros é que presentan **actividade óptica**, é dicir, a **capacidade de desviar a luz polarizada**.

A luz natural vibra en distintos planos, pero se se fai pasar por un polarizador conséguese que vibre nun só plano de polarización. Cando se fai pasar luz polarizada a través dunha disolución con estereoisómeros, o plano de polarización vaise desviar cara a esquerda ou cara a dereita. O isómero que a desvía no sentido ás agullas do reloxo denomínase dextroxiro ou (+), e o isómero que a desvía no sentido contrario é o levoxiro ou (-). Os isómeros ópticos non se corresponden necesariamente cos estereoisómeros D e L. Así, segundo o glícido un estereoisómero D pode ser dextroxiro ou levoxiro e o mesmo co estereoisómero L.

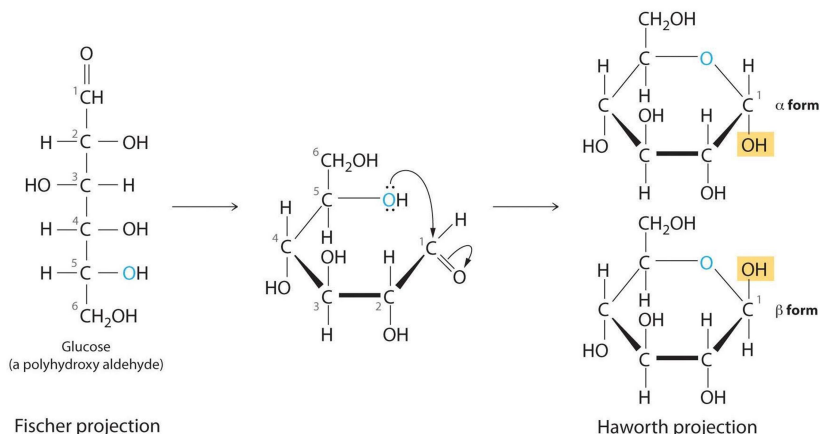


2.3. Formas cíclicas

As fórmulas lineais dos monosacáridos corresponden en realidade á súa estrutura molecular en estado sólido, pero cando están en disolución acuosa, as moléculas que conteñen máis de 4 átomos de carbono, coma as pentosas e as hexosas, adoptan estruturas cíclicas de forma pentagonal ou hexagonal. Estas estruturas cíclicas reciben o nome de **piranosas** cando son aneis de 6 lados e **furanosas** cando son aneis de 5 lados. A representación destas formas recibe o nome de **proxección de Haworth**.

O proceso de formación destes aneis coñécese como **ciclación**. A ciclación en aldosas ocorre ó unirse o grupo aldehído do carbono C1 co grupo OH do carbono 5 (aldohexosas) ou 4 (aldopentosas). O enlace intramolecular que mantén unidos eses dous carbonos recibe o nome de **enlace hemiacetalico**. O carbono C1 convértese entón nun carbono asimétrico e recibe o nome de **carbono anomérico**. A posición do grupo OH dese novo carbono asimétrico (grupo OH hemiacetalico) pode ter dúas posicións alternativas, de maneira que aparecen dous novos estereoisómeros denominados **anómeros**:

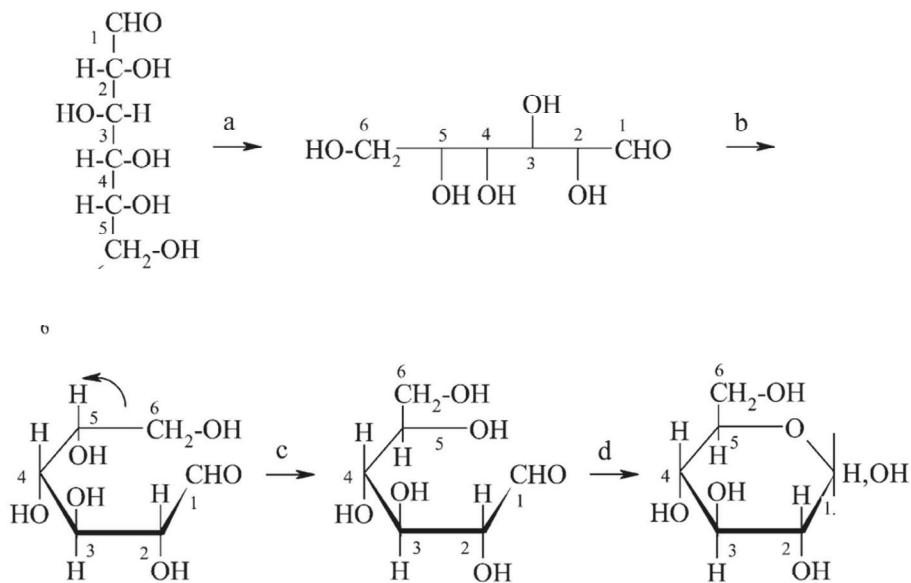
- α se o OH hemiacetálico está na posición **trans** respecto ao grupo CH₂OH (cara abaixo no plano).
- β se o OH hemiacetálico está na posición **cis** respecto ao grupo CH₂OH (cara superior no plano).



Se a ciclación se produce en cetosas, a unión ocorre entre o carbono C2 e o carbono C5 das cetohexosas, e se forman aneis pentagonais (piranosas). O enlace que une ese carbonos recibe o nome de **hemiacetal**.

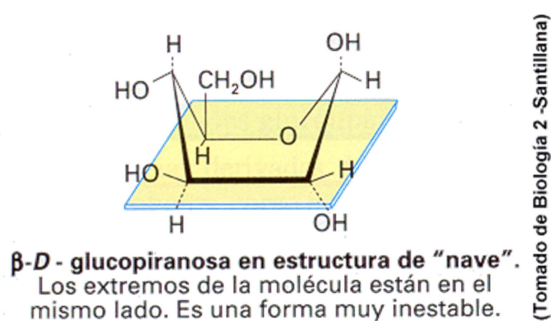
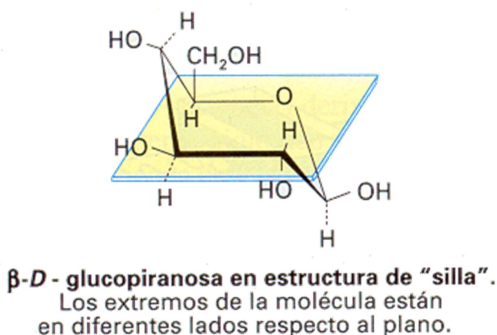
Os pasos para pasar da fórmula aberta á ciclada son:

- Proxéctase a molécula no plano horizontal tombándoa 90°.
- Dóbrase para adoptar forma de hexágono, mantendo os -OH na súa posición orixinal.
- Efectúase un xiro, achegando o C1 e C5 entre si.
- Reacción entre o hidroxilo do C5 e o aldehído do C1 (ou unha cetona de C2 en caso de cetosas).
- Ao formarse o hemiacetal o grupo hidroxilo do carbono C1 (agora asimétrico) poderá ir en posición α (abaixo) ou en β (arriba).



A efectos prácticos nas fórmulas de **proxección de Haworth** os grupos situados á dereita en fórmulas lineais (**fórmulas de Fischer**) sitúanse cara abaixo e os situados á esquerda cara arriba, excepto os dos carbonos implicados na formación do hemiacetal que sofren unha rotación.

En realidade as estruturas cíclicas da glicosa non son planas, senón que poden adoptar dúas conformacións no espazo: a de **nave** e a de **cadeira de montar**. Isto é debido a que os enlaces oriéntanse no espazo e non nun plano.



(Tomado de Biología 2 - Santillana)

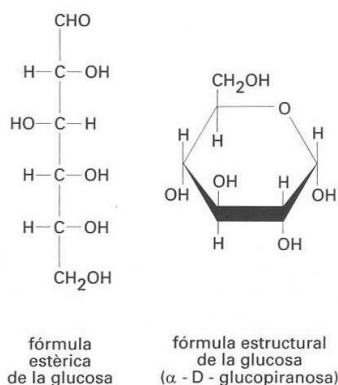
Aquí queda unha moi boa explicación do proceso de ciclación:

<https://www.youtube.com/watch?v=B1bze8tTfz>

2.4.Principais monosacáridos

- 1) TRIOSAS: destacan gliceraldehído e dihidroxiacetona.
- 2) PENTOSAS: destacan **ribosa e desoxirribosa** que forman parte do ARN e ADN respectivamente.
- 3) HEXOSAS: comprende o grupo de monosacáridos máis coñecidos, coma a glicosa, a frutosa e a galactosa.

Glicosa ou azucre da uva. É o alimento fundamental da célula polo que ten función enerxética. Ao polimerizarse forma compostos con función de reserva enerxética como o amidón e o glicóxeno ou estrutural como a celulosa. Na natureza atópase a D-glicosa ou dextrosa.



Galactosa que forma parte do azucre do leite ou lactosa, e unida a lípidos.

Frutosa que é unha cetohexosa, e forma coa glicosa a sacarosa. No fígado convértese en glicosa,

polo que tamén é fonte de enerxía.

3. OLIGOSACÁRIDOS

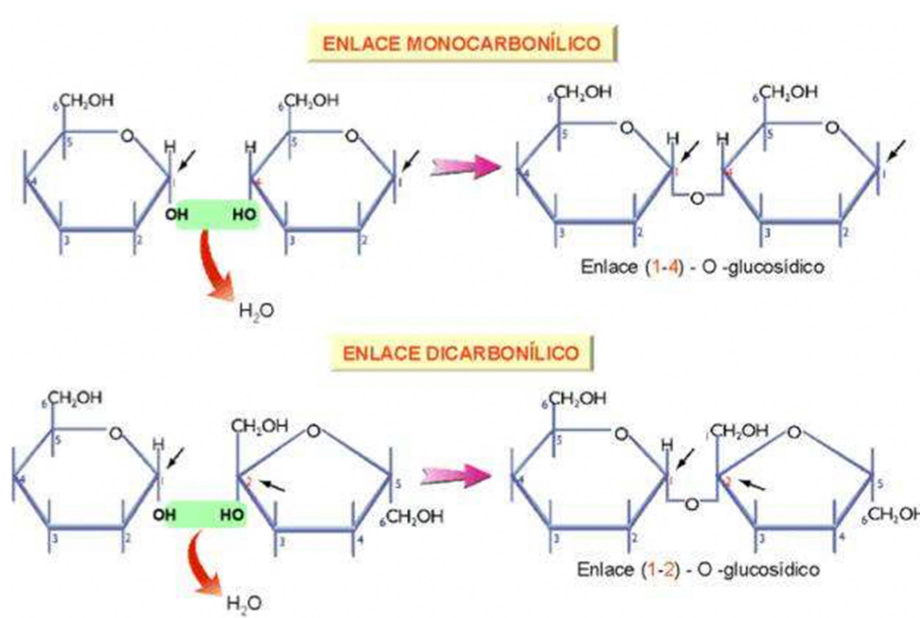
Os oligosacáridos son glúcidos constituídos pola unión de 2 a 10 monosacáridos. Os máis abundantes son os **disacáridos**, compostos formados por dous monosacáridos unidos mediante un enlace O-glicosídico.

3.1. Enlace O-glicosídico

A unión entre monosacáridos realízase por medio dun enlace O-glicosídico, ao unirse dous grupos hidroxilos dos monosacáridos, sempre con desprendemento dunha molécula de auga. O enlace O- glicosídico pódese romper por hidrólise.

Hai dous tipos de enlaces O-glicosídicos:

- **Enlace monocarbonílico:** Intervén un carbono anomérico do primeiro monosacárido e un carbono non anomérico calquera doutro monosacárido.
- **Enlace dicarbonílico:** Interven os dous carbonos anoméricos dos monosacáridos que se unen.

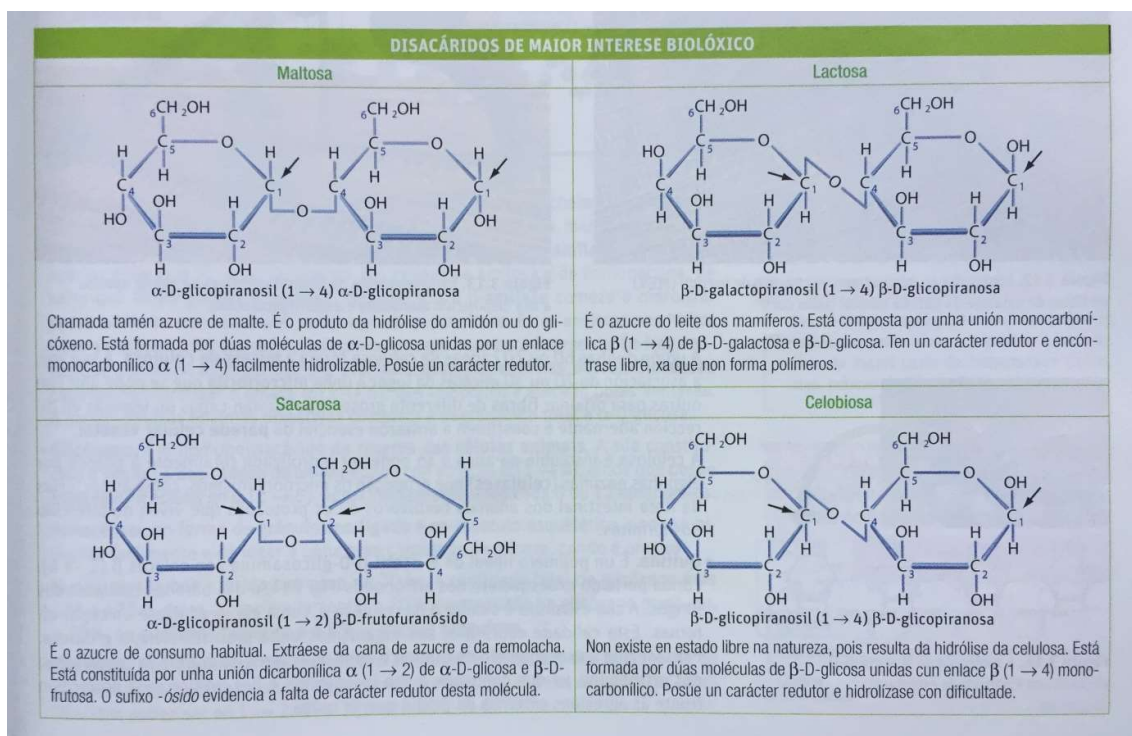


3.2. Disacáridos

Fórmanse pola unión de dous monosacáridos mediante un enlace O-glicosídico mono ou dicarbonílico, que, ademais, pode ser α ou β en función da posición do grupo --OH do carbono anomérico do primeiro monosacárido. Os disacáridos cun enlace dicarbonílico perden o seu carácter redutor, xa que os carbonos carbonílicos dos dous monosacáridos están implicados no enlace.

Para nomear un disacárido o procedemento é o que segue:

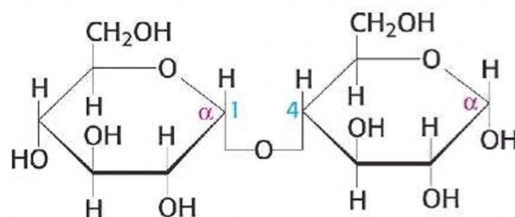
- Colócase primeiro o nome do monosacárido que ten implicada na unión o OH anomérico; engádeselle o sufixo –osil.
- Sinálanse os números dos carbonos que están unidos.
- Colócase o nome do segundo monosacárido rematado en –osa cando a unión implica a calquera dos seus grupos alcohol, ou rematado en –ósido cando implica o OH anomérico.
- Se o nome remata en –ósido estamos ante un enlace dicarbonílico.



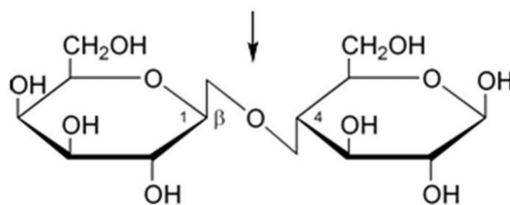
As propiedades físico-químicas dos disacáridos son similares ás dos monosacáridos, teñen sabor doce (chámanse tamén azucres) e son solubles en auga.

Os **principais disacáridos** son a maltosa, a lactosa, a celobiosia e a sacarosa:

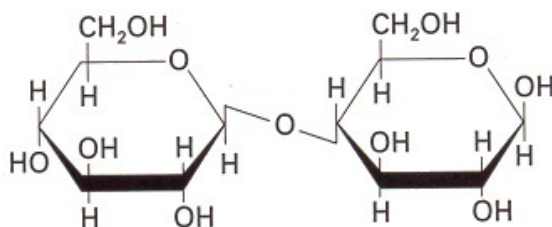
Maltosa: obtense por hidrólise do amidón e o glicóxeno e ten poder redutor. Está formada pola unión de dúas moléculas α -D- glicopiranososa e o seu nome completo é α -D- glicopiranosil 1 $\rightarrow$ 4 α -D- glicopiranososa.



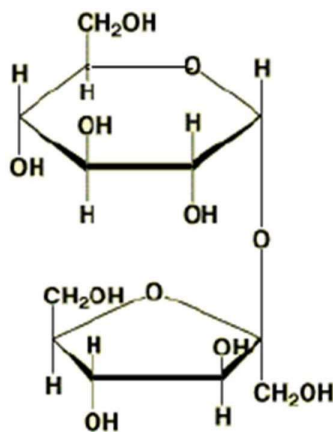
Lactosa: É o azucre do leite e está formada por β -D- galactosa e β -D-glicosa unidas mediante o enlace 1 $\rightarrow$ 4. O seu nome completo é β -D- galactopiranosil 1 $\rightarrow$ 4 β -D- glicopiranososa. Ten poder redutor.



Celobiosa: non se atopa libre na natureza, senón que se obtén grazas á hidrólise da celulosa. Está formada por dúas moléculas de β -D-glicopiranosas e o seu nome completo é β -D- glicopiranosil 1 $\rightarrow$ 4 β -D- glicopiranososa. Ten poder redutor.



Sacarosa: é o azucre de mesa, cana ou remolacha. Formada pola unión de α -D- glicopiranososa e β -D- fructofuranosa, chámase α -D-glicopiranosil 1 $\rightarrow$ 2 β -D- fructofuranósido. Non ten poder redutor, pois os 2 carbonos anoméricos forman parte do enlace.



4. POLISACÁRIDOS

Os polisacáridos son glícidos formados pola unión, mediante enlaces O-glicosídicos de moitos monosacáridos (varios miles) que orixinan longas cadeas moleculares lineais ou ramificadas.

Poden conter enlaces glicosídicos α ou β . Os enlaces α son os máis débiles, de xeito que se forman e rompen con gran facilidade, polo que se encontran nos polisacáridos que teñen función de reserva. O enlace tipo β é moito máis estable e resistente, polo que é característicos dos polisacáridos de función estrutural.

As características físico-químicas dos polisacáridos son bastante diferentes das dos monosacáridos:

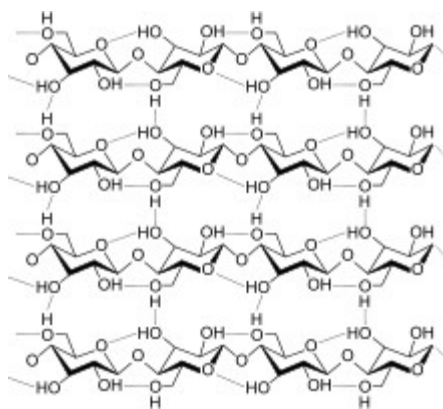
- Ao ter un peso molecular elevado, xa non son solubles en auga, senón que forman dispersións coloidais.
- Non son cristalizables e perden o sabor doce.
- Tampouco teñen carácter redutor, porque nas longas cadeas de monosacáridos con unións 1,4 non hai carbonos con grupo carbonilo libre suficientes para dar positivo na reacción.
- Teñen función estrutural como a celulosa nos vexetais e a quitina nos animais ou función enerxética como o amidón nos vexetais e o glicóxeno nos animais.

4.1. Homopolisacáridos estruturais

Formados por monosacáridos iguais. Son os máis abundantes e están compostos por un único tipo de monosacárido. Proporcionan soporte e protección a diversas estruturas dos organismos.

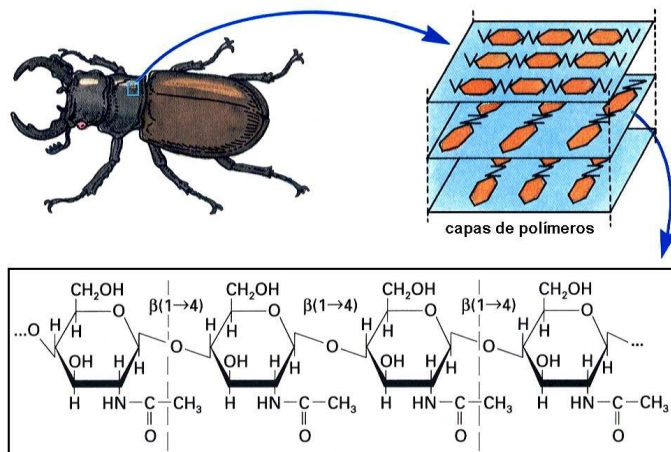
Celulosa

É o compoñente principal das paredes celulares das células vexetais, o que explica que sexa un dos polímeros máis abundantes na Terra. As unidades de glicosa atópanse conectadas por enlaces β (1 $\rightarrow$ 4) viradas unhas en relación a outras e moi xuntas. Este enlace é moi resistente, os encimas dixestivos humanos non o atacan, polo que o seu valor alimenticio é baixo; con todo, a celulosa xera unha gran cantidade de refugallo que facilitano bo funcionamento do aparello dixestivo.



Quitina

Forma parte do exoesqueleto dos artrópodos e das paredes celulares dos fungos. Posúe unha estrutura similar á da celulosa; forma cadeas lineais que se organizan en capas alternas, o que lle confire gran resistencia e dureza. A quitina é unha das claves do éxito dos artrópodos, xa que contribúe á súa locomoción e proporcionalles protección fronte ás agresións externas do medio que lles rodea. O monómero é un derivado da glicosa, un amino-azúcar chamado, N- acetil-glucosamina, que de forma similar á celulosa, únese con enlaces β (1-4) e forma cadeas non ramificadas unidas por pontes de H.



4.2. Homopolisacáridos de reserva

Os polisacáridos de reserva teñen como función almacenar glicosa, que é a molécula que actúa como fonte de enerxía ó ser degradada. Estes homopolisacáridos de reserva se acumulan en gránulos insolubles no citoplasma celular ou en orgánulos especializados. Os de maior interese son:

Amidón

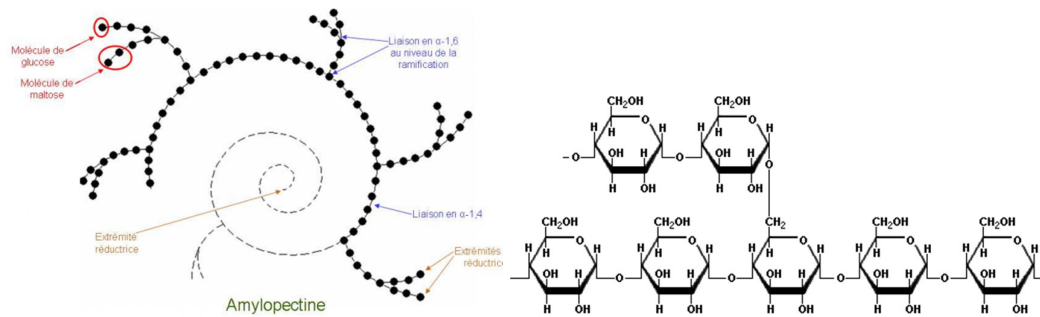
O amidón é o homopolisacárido de reserva das células vexetais. Almacénase nos amiloplastos e está presente en bulbos, tubérculos, rizomas. Constitúe a principal fonte de glúcidos na dieta humana.

A estrutura dunha molécula de amidón é complexa, porque contén dous polímeros distintos de glicosa, a **amilosa** e a **amilopectina**.

A **amilosa** presenta unha estrutura helicoidal sen ramificacións e constitúe a parte central da molécula de amidón. Constitúe aproximadamente o 20-30% en peso da composición do amidón. Está formada por unidades de glicosa, unidas mediante enlaces $\alpha(1 \rightarrow 4)$, atopándose 6 unidades de glicosa por cada volta de hélice.

A **amilopectina** constitúe aproximadamente o 70-80% restante do gránulo de amidón e atópase formada por cadeas helicoidais de glicosas, unidas tamén en $1 \rightarrow 4$, pero hai ramificacións cada 12 - 24 unidades que se unen a través de enlace $\alpha(1 \rightarrow 6)$.

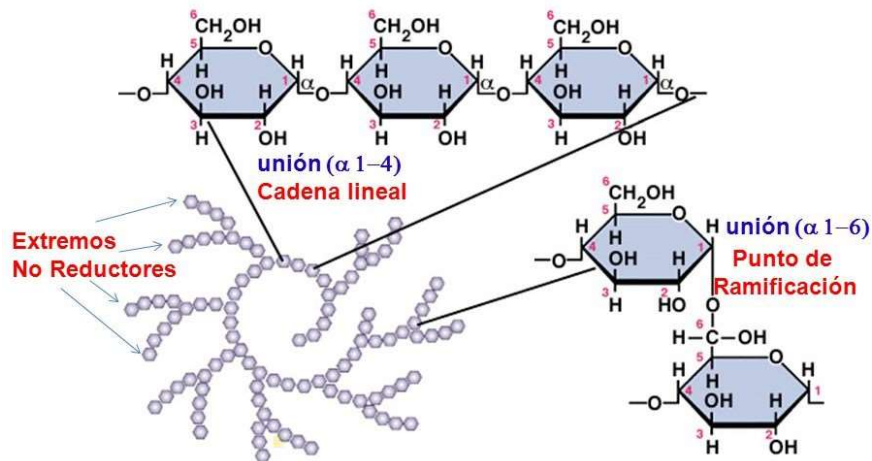
Na hidrólise do amidón interveñen a glucosidasa (que ataca os enlaces $\alpha(1 \rightarrow 6)$), a amilasa (que dá como produto maltosas) e a maltasa (que hidroliza a maltosa orixinando glicosas).



Glicóxeno

O glicóxeno é o principal elemento de reserva dos animais e fungos, que obteñen del a achega continua de enerxía que necesitan, degradándoo ata a glicosa. Atópase no fígado e no tecido muscular. A súa estrutura é similar á amilopectina; está formado por cadeas moilongas e ramificadas de glicosas conectadas por enlaces α (1 $\rightarrow$ 4) con ramificacións en α (1 $\rightarrow$ 6) situadas cada 8 ou 12 moléculas. É, por tanto, máis ramificada que a amilopectina, o que pon de manifesto unha vantaxe adaptativa, xa que a maior número de ramificacións, máis rápido obtense glicosa cando se precisa para a actividade animal.

Estructura del Glucógeno



4.3.Heteropolisacáridos

Están formados por monosacáridos distintos ou derivados destes. Adoitan desempeñar función estruturais, lubrificantes ou de defensa.

Nas plantas atópanse na parede celular ou na membrana de secreción, por exemplo o agar agar, gomas, mucílagos, etc.

A **pectina** atópase na parede celular dos vexetais. Moi abundante na mazá e no marmelo. O **agar agar** aparece nas algas vermellas e úsase como medio de cultivo bacteriano e como

espesante na industria alimenticia. As **gomas** son segregadas polas células vexetais ao exterior cando se produce un traumatismo e teñen interese industrial como a goma arábica. A diferenza destes, os **mucílagos** caracterízanse por quedar dentro da planta, taponando por dentro a ferida. Teñen a propiedade de se inchar nun medio acuoso, por iso se usan para realizar preparados saciantes, complemento de dietas de adelgazamento.

5. HETERÓSIDOS

Os heterósidos son compostos que se orixinan pola asociación dun glícido e máis unha molécula non glicídica. Entre os máis importantes destacan glicoproteínas e glicolípidos. Falaremos deles máis adiante, pero deixo aquí xa unhas notas para ir asentando coñecementos.

Glicoproteínas

Son moléculas ramificadas formadas por unha pequena fracción glicídica unida a unha fracción proteica moito máis grande. Os glúcidos presentes nestas grandes moléculas son moi variados. Exemplos de glicoproteínas son as inmunoglobulinas; destacan tamén as glicoproteínas que están presentes na membrana celular, que desempeñan un importante papel no recoñecemento das células ao actuar coma receptores, é dicir, lugares de recoñecemento e unión con moléculas propias ou alleas; por este motivo as glicoproteínas seleccionan as moléculas que poden entrar na célula.

Glicolípidos

Son biomoléculas constituídas pola asociación de cadeas de oligosacáridos con lípidos. Neste caso, a proporción lipídica é máis pequena que no caso das proteínas. Os glicolípidos están presentes nas membranas celulares e actúan tamén coma receptores específicos. Algúns exemplos son cerebrósidos e gangliósidos.

